

A magyar sugárterápia jelenlegi helyzetének bemutatása

MAJOR TIBOR^{1,2}, KIRÁLY RÉKA¹, POLGÁR CSABA^{1,2}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, Budapest

Levelezési cím:

Dr. Major Tibor, Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás
Központ, 1122 Budapest, Ráth Gy. u. 7-9.
Tel.: 224 8600/3277, 70-269 9523, e-mail: major@oncol.hu

Közlésre érkezett:

2018. december 6.

Elfogadva:

2019. január 8.

A dolgozat célja a magyar sugárterápia helyzetének felmérése. Hazánkban 13 sugárterápiás központban 84 teljes munkaidős sugárterápiás szakorvos, 19 rezidens/segédorvos, 66 fizikus és 231 sugárterápiás asszisztens dolgozik, és 40 megavoltos besugárzókészülék (38 lineáris gyorsító, 2 kobaltágyú) működik. HDR brahiterápiás készülék mindenhol hozzáférhető, CT-szimulátort egy központ kivételével mindenhol használnak. 2017-ben hazánkban 33 024 beteg részesült sugárterápiában, 22 236 MV-os, 1406 brahiterápiás és 9382 röntgenterápiás besugárzást kapott. Hét intézetben 331 betegnél végeztek agyi sztereotaxiás besugárzást, és testsztereotaxiás technikával 6 központban 191 beteget sugaraztak. BT-s kezeléseknél nőgyógyászati daganat volt a fő indikáció (75%). HDR-es prosztatátűzdelést 3 intézetben, permanens izotópbeültetéses prosztatátűzdelést és emlőtűzdelést pedig csak az OOI-ben végeztek. A modern teletérápiában (IMRT, IGRT, sztereotaxiás besugárzás) részesülő betegek száma az elmúlt évek fejlesztéseinek köszönhetően jelentősen növekedett, de a nemzetközi ajánlásoknak történő megfeleléshez további lineáris gyorsítók telepítésére van szükség az amortizálódott készülékek cseréje mellett. A fejlesztésekre elsősorban Budapesten van szakmai szempontból alátámasztott igény. Magy Onkol 63:93-101, 2019

The purpose of the study is to report the status of Hungarian radiotherapy (RT). In the 13 centers 84 radiation oncologists, 19 residents, 66 physicists and 231 radiotherapy technologists work, and 40 megavoltage units (38 linear accelerators, 2 cobalt units) are in use. HDR afterloader is available in all and CT-simulator in all but one centers. In 2017 33,024 patients received RT, 22,236 were irradiated with MV beams, 1,406 with BT and 9,382 with orthovoltage X-ray. Main indications for BT were gynecological tumors (75%), HDR prostate implants were performed in 3 centers. Due to the recent infrastructural developments the number of patients receiving modern RT increased, but in order to fulfil the international recommendations additional linear accelerators have to be installed along with the replacement of the out of date equipment. From professional point of view further developments are warranted in Budapest.

Major T, Király R, Polgár C. Report on current status of Hungarian radiotherapy. Magy Onkol 63:93-101, 2018

Keywords: Hungarian radiotherapy, human resources, infrastructure, treatment data

Kulcsszavak: magyar sugárterápia, emberi erőforrás, infrastruktúra, kezelési adatok

Rövidítések:

BN0: betegségek nemzetközi osztályozása, **BT:** brahiterápia, **CBCT:** kúp-sugaras számítógépes tomográfia (cone beam computer tomography), **CT:** számítógépes tomográfia (computer tomography), **EPID:** elektronikus mezőellenőrző eszköz (electronic portal imaging device), **ESTRO:** Európai Sugárterápiás Társaság (European Society for Radiotherapy and Oncology), **FOK:** Fővárosi Onkológiai Központ, **GLOBOCAN:** Global Cancer Observatory, **HDR:** nagy dózisteljesítményű (high dose rate), **HERO:** Health Economics in Radiation Oncology, **IAEA:** Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (International Atomic Energy Agency), **IGRT:** képvezérelt sugárterápia (image-guided radiation therapy), **IMRT:** intenzitásmodulált sugárterápia (intensity-modulated radiation therapy), **MLC:** soklemezes kollimátor (multileaf collimator), **MV:** megavolt, **OECD:** Organisation for Economic Co-operation and Development, **OOL:** Országos Onkológiai Intézet, **QUARTS:** QUAntification of Radiation Therapy Infrastructure and Staffing Needs, **SIB:** egyidejű integrált dóziskiemielés (simultaneous integrated boost), **VMAT:** térfogatmodulált forgóbesugárzásos kezelés (volume-modulated arc therapy), **WHO:** World Health Organization (Egészségügyi Világszervezet)

BEVEZETÉS

A daganatos megbetegedések és halálozások aránya világszerte növekszik. A WHO Global Cancer Observatory (GLOBOCAN) legfrissebb becslése alapján 2018-ban az összes daganatos megbetegedések 23,4%-a, a daganatos halálozásoknak pedig 20,3%-a Európához köthető [1]. Ugyanakkor a kontinens lakossága csak 9%-a a Föld teljes lakosságának. 2025-ben 4 millió új daganatos beteg várható Európában, ami 2012-höz viszonyítva 16%-os növekedést jelent [2]. Magyarországon a daganatos megbetegedés népbetegségnek számít, a halálokok között a szív- és érrendszeri megbetegedések után a második helyet foglalja el. Az OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) szervezet adatai alapján a különböző rosszindulatú daganatok mortalitási aránya a 36 tagállam közül hazánkban a legmagasabb [3]. 2014-ben a daganatos megbetegedések száma 78 613, a halálozások száma 32 748 volt, ami az összes halálozás 26%-a [4, 5]. A legfrissebb adatok szerint 2017-ben hazánkban 32 844 beteg halt meg daganatos megbetegedés miatt, ami az összes halálozás egynegyede (24,9%). Közérthetőbben ez azt jelenti, hogy tavaly minden negyedik ember daganatos betegségben halt meg Magyarországon [5].

Az ESTRO-HERO felmérése és elemzése alapján Magyarországon 2025-ig 7%-kal növekszik a daganatos megbetegedések száma [2]. Legnagyobb mértékben, 12,3%-kal a prosztata-daganatos betegek számának növekedése várható.

A rosszindulatú daganatok korszerű kezelésében, a társszakmák (sebészet, gyógyszeres terápia) jelentős fejlődése ellenére, még ma is fontos szerepet játszik a sugárterápia. Irodalmi adatok alapján a rosszindulatú daganatos betegségekből meggyógyult betegek kb. 40%-ánál a sugárkezelésnek szerepe van a gyógyulásban [6, 7]. Általánosan elfogadott adat, hogy a rosszindulatú daganattal diagnosztizált betegek kb.

felénél (45–55%) szükség van sugárkezelésre, illetve közel egynegyedénél (20–25%) ismételt besugárzásra is sor kerül a betegség későbbi kezelése során [8, 9]. Fontos megjegyezni, hogy megfelelő klinikai eredmények nem érhetők el korszerű készülékek és speciális elméleti és gyakorlati képzettséggel rendelkező személyzet nélkül.

A hazai sugárterápia állapotának általános felmérése több alkalommal is megtörtént, 1994–95-ben, 2004-ben, majd utoljára 2015-ben [10–13]. Tavaly lezárultak az európai uniós források felhasználásával végrehajtott országos sugárterápiás fejlesztések, melyek jelentős változást hoztak az infrastruktúra területén, ezért ismét időszzerűvé vált a magyar sugárterápia helyzetének áttekintése. A jelen tanulmány a legfrissebb felmérés fontosabb adatait mutatja be.

ANYAG ÉS MÓDSZER

2018 tavaszán a Szakmai Kollégium Onkológia és Sugárterápia Tanácsa a Magyar Sugárterápiás Társasággal együttműködve összeállított egy hétoldalas kérdőívet, melyet valamennyi (n=13) magyar sugárterápiás központ vezetőjének elküldtünk. A kérdőív három részből állt. Az első részben az emberi erőforrás helyzetéről, a másodikban a sugárterápiás infrastruktúráról, a harmadikban pedig a 2015–2017. évek betegforgalmi adatairól voltak kérdések. A rendelkezésre álló emberi erőforrás felmérésénél a klinikai onkológusként is foglalkoztatott orvosok esetében a sugárterápiával töltött munkaidőnek megfelelő tört számok alkalmazását kértük az adatszolgáltatóktól. Továbbá, rész munkaidős foglalkoztatásnál is a munkaidővel arányos törtszámmal kértük figyelembe venni a létszámot. Az orvosokon kívül a fizikusokról, sugárbiológusokról, mérnökökről és röntgenasszisztensekről is kértünk adatokat. A személyzetre vonatkozó adatok a 2017. december 31-i állapotra vonatkoznak. Külön kérdéseket tettünk fel a nem közvetlen klinikai betegellátással (pl. minőségbiztosítás, megbeszélések, oktatás) kapcsolatos tevékenységekről is. A második részben az infrastruktúráról kértünk adatokat, például besugárzókészülékek száma, típusa, telepítési éve, továbbá a kiegészítő berendezések és a használt besugárzási technikák felsorolása, valamint a napi üzemidők. Továbbá, adatokat kértünk a sugárterápiás gyakorlatban használt egyéb berendezésekről (röntgen- és CT-szimulátor, besugárzástervező rendszer, brahiterápiás lokalizációs röntgenkészülék, R&V rendszer) is. A harmadik részben évekre lebontva kértük a kezelt betegek számát, részletezve a kezelési technikák (IMRT, VMAT, SIB, IGRT) szerint. Kérdéseket tettünk fel a speciális besugárzásokkal (agyi és testsztereotaxia, egész test, teljes testfelszín) kezelt betegek számára vonatkozóan is. A brahiterápiás adatoknál külön kérdeztük a kezelt betegek számát és az alkalmazott frakciós számokat. Lokalizációkra lebontva is összegyűjtöttük a kezelések számát, kiegészítve a speciális kezelésekkal (nőgyógyászati CT/MRI alapú tervezés, hörgő-, nyelőcső-, emlő-, prosztata- és fej-nyak tüzelések).

A korábbi felméréshez képest [13] a külső besugárzásoknál további, részletesebb adatokra is rákérdeztünk. Figyelem-

be véve az ESTRO HERO projektjének (14) adatszükségletét, mi is részletesen bekértük az utóbbi három évre vonatkozó kezelések megoszlását lokalizációk (BNO-kódok) és az alkalmazott technikai módszerek (3D konformális, IMRT, VMAT/RapidArc) alapján. Továbbá, minden lokalizációnál kértük a kuratív-palliatív céllal végzett kezelések megoszlását.

A beérkezett adatokat ellenőriztük, elemeztük, majd összesítettük. Táblázatokat és grafikonokat készítettünk, és az adatokat összevetettük a korábbi felmérések eredményeivel.

A kitöltött kérdőívet mind a 13 sugárterápiás központ visszaküldte. Az adatok ellenőrzése során néhány esetben nem megfelelő adatot találtunk. Ezt követően felvettük a kapcsolatot az érintett központtal, és kértük az adatok javítását. Néhány esetben a részletes, BNO-kódok alapján lebontott kezelések számát nem tudta megadni a központ.

EREDMÉNYEK

Emberi erőforrásadatok

Tavaly év végén a 13 sugárterápiás központban összesen 103 orvos (84 szakorvos, 19 rezidens/segédocorvos), 65,5 fizikus, 9 mérnök, 4 sugárbiológus, 23 brahiterápiás műtősnő/asszisztens és 231 röntgenasszisztens dolgozott. A fenti adatok a sugárterápia területén dolgozó szakembereknek a teljes munkaidőre számított ekvivalens számát jelentik. A fizikusok közül 8-an (12,2%) rendelkeznek klinikai sugárfizikus

szakképzettséggel, a röntgenasszisztensek közül pedig 87-en (38%) BSc diplomások. A 4 sugárbiológus egy intézetben dolgozik (OOI), a többi központ nem alkalmaz sugárbiológust. Az orvosok közül 29 (28%), a fizikusok közül pedig 13 (20%) rendelkezik tudományos fokozattal (PhD). A fizikusok munkáját segíti a 9,5 főállású, felsőfokú diplomával még nem rendelkező fizikusasszisztens vagy dozimetrista, akik elsősorban a besugárzástervezésben vesznek részt. A központokban 9 mérnök is dolgozik, akik elsősorban karbantartási és informatikai feladatokat látnak el. A brahiterápiás részlegeken összesen 23 műtősnő/asszisztens dolgozik. A személyzet fontosabb adatait központokra lebontva az 1. táblázat mutatja.

Sugárterápiás infrastruktúra

Hazánkban jelenleg 40 megavoltos besugárzókészülék (38 lineáris gyorsító és 2 kobaltgázy) működik. Kobaltgázyt már csak két intézetben használnak palliatív célú besugárzásokra. A készülékek központonkénti megoszlását a 2. táblázat mutatja. Öt intézetben működik 40–220 kV csúcsfeszültségű röntgenterápiás készülék. A lineáris gyorsítók közül 4 db 6 MV energiájú (monoenergiás), a többi pedig 6 MV és 10–18 MV energiájú fotonsugárzással működik. Utóbbiak 6–21 MeV energiájú elektronsugárzás kibocsátására is képesek. A gyorsítók átlagéletkora 2018-ban 6,5 év (1–20 év), és közülük 11 db már legalább 10 éves. A gyorsítók közül

1. TÁBLÁZAT. Sugárterápiás személyzet intézetek szerinti megoszlása

Város/Intézet	Orvos			Fizikus			Fizikusasz- szisztens, dozimet- rista	Röntgenasszisztens		
	Szakor- vos	Rezidens	Összes	Szak- fizikus	Fizikus	Összes		Középfokú végzettséggel	BSc-vel	Összes
Budapest/OOI	20	4	24	4	9	13	0	26	14	40
Budapest/FOK	10	4	14	0	8	8	1	14	5	19
Debrecen	9	2	11	0	5	5	3	12	8	20
Győr	4	0	4	0	3	3	0	6	5	11
Gyula	2,5	0	2,5	0	3	3	1	10	0	10
Kaposvár	9	0	9	0	4,5	4,5	1	3	17	20
Kecskemét	4	1	5	0	4	4	0	14	1	15
Miskolc	6	0	6	0	4	4	1	14	9	23
Nyíregyháza	4	3	7	3	1	4	0	14	7	21
Pécs	4	0	4	0	4,5	4,5	0	7	7	14
Szeged	2	4	6	0	5	5	0	20	0	20
Szombathely	6	0	6	0	4	4	1	0	9	9
Veszprém	3,5	1	4,5	1	2,5	3,5	1,5	4	5	9
Összesen	84	19	103	8	57,5	65,5	9,5	144	87	231

OOI: Országos Onkológiai Intézet, FOK: Fővárosi Onkoradiológiai Központ. Orvosoknál és fizikusoknál a nem teljes munkaidőben sugárterápiával foglalkozók esetében a munkaidővel arányos törtszámokat alkalmaztunk

2. TÁBLÁZAT. Sugárterápiás besugárázóeszközök megoszlása központként 2017-ben

Város/Intézet	Lineáris gyorsító	Kobalt-ágyú	Megavoltos besugárázó	Brahiterápiás utántöltő készülék
Budapest/OOI	7*	0 [#]	7	1
Budapest/FOK	3	1	4	1
Debrecen	4	0	4	1
Győr	2	0	2	1
Gyula	2	0	2	1
Kaposvár	2	0	2	1
Kecskemét	2	0	2	1
Miskolc	4	0	4	1
Nyíregyháza	2	0	2	1
Pécs	2	1	3	1
Szeged	3	0	3	1
Szombathely	3	0	3	1
Veszprém	2	0	2	1
Összesen	38	2	40	13

OOI: Országos Onkológiai Intézet, FOK: Fővárosi Onkoradiológiai Központ, *CyberKnife telepítése 2017-ben, klinikai használatba vétele 2018-ban, [#]speciális kobaltsugárforrás egézttest-besugáráshoz

kettő kivételével [95%] mindegyik rendelkezik MLC-vel (soklemezes kollimátor) és EPID-del (elektronikus mezőellenőrző eszköz). CBCT-vel (kúpsugaras CT) pedig 23 [62,2%] készülék van felszerelve. Öt intézetben van még hagyományos röntgenszimulátor, de a használatuk egyre inkább háttérbe szorul és szerepét fokozatosan átveszi/átvette a CT-szimulátor, ami egy intézet kivételével mindenhol rendelkezésre áll. 3D-s számítógépes besugárástervező rendszerrel mindegyik központ rendelkezik (6 intézet több mint eggyel) és a munkaállomások száma 2 és 32 között változik. A munkaállomások funkcióiban azonban nagy különbségek lehetnek. Vannak csak kontúrozásra használható és vannak dózisszámításra, ill. tervkiértékelésre alkalmas teljes értékű számítógépek. HDR brahiterápiás készülék mindenhol rendelkezésre áll, és a berendezések átlagéletkora 4,3 év (1–16 év). Három intézet kivételével röntgenlokalizációs készüléket is használnak a brahiterápiás kezelések előtti verifikáció, ill. besugárástervezés céljából.

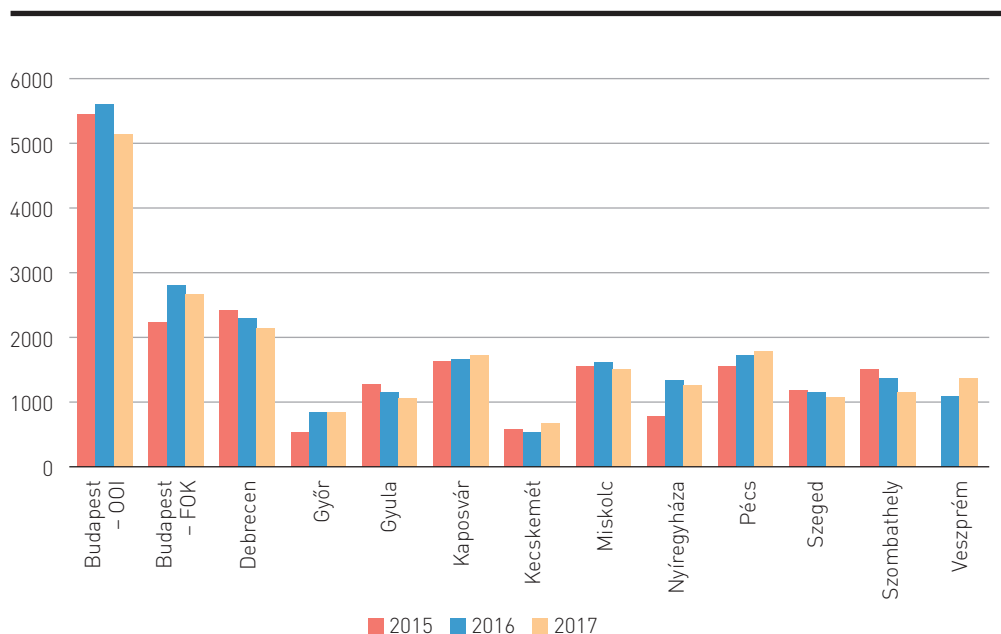
Betegellátási adatok

Hazánkban 2017-ben összesen 33 024 beteg részesült sugárterápiás kezelésben. Közülük 22 236 MV-os, 1406 BT-s és 9382 röntgenterápiás besugárást kapott. A BT-vel kezelt betegek száma kb. 6%-a volt a MV-os külső besugárást

kapott betegek számának. A 2017-ben MV-os besugárázásban részesült betegek számát intézetekre lebontva az 1. ábra mutatja. A 2014-es adatokhoz viszonyítva a MV-os besugárázásban részesült betegek száma gyakorlatilag nem változott (22 236 vs. 22 239), míg 2015-ben kissé kevesebb (20 573), 2016-ban pedig kissé több (22 960) volt a betegszám. A BT-s betegek száma kb. 5%-kal csökkent 2014-hez képest (1406 vs. 1484), 2015-ben 1469, 2016-ban pedig 1345 beteg kapott BT-s besugárást. A betegek kuratív-palliatív célú besugárása szerinti felosztásáról három intézet nem szolgáltatott adatot. A tíz központ adatai alapján kuratív célú besugárást történt a betegek 70%-ánál és palliatív kezelést végeztek 30%-ánál. A betegszámon kívül természetesen fontos szempont a modern besugárási technikák alkalmazásának az aránya is. Erre vonatkozóan mutatunk be adatokat a *kiegészítő 1. és 2. táblázatban*. Az agyi sztereotaxiás besugáráásoknak több évtizedes hagyománya van hazánkban. 2014-ben három intézetben volt elérhető ez a technika. 2017-ben már hét intézetben végeztek ilyen kezeléseket, és a betegszám 27%-kal nőtt a 2014-es adathoz képest (331 vs. 260). Ennél sokkal látványosabb a testsztereotaxiával kezelt betegek számának növekedése. 2014-ben még csak egy intézetben, 2017-ben pedig már hat központban volt elérhető ez a modern besugárási technika. A kezelt betegek száma jelentősen emelkedett, 5-ről 191-re. A mai korszerű sugárterápiában az intenzitásmodulált sugárterápia (IMRT) és a képvezérelt sugárterápia (IGRT) már standard kezelési módszernek számít. Az elmúlt években, elsősorban a technikai feltételek megteremtése miatt, hazánkban is jelentősen nőtt az ezekkel a technikákkal kezelt betegek száma. Ez nyilvánul meg a *kiegészítő 2. táblázat* 2014-es és 2017-es adatainak az összehasonlításakor (IMRT: 901 vs. 7029, IGRT: 2018 vs. 11 745). A teljes testfelszín elektronbesugáráásával évente csak néhány beteget kezeltünk. 2015-ben és 2016-ban három-három (OOI), míg 2017-ben csak kettőt (Debrecen, OOI).

2017-ben röntgenterápiás besugáráásokat a két fővárosi központon kívül Győrben, Kecskeméten és Veszprémbe végeztek összesen 9382 betegnél. Az OOI-ben 3024, a FOK-ban 3165, Győrben 2208, Kecskeméten 883, míg Veszprémbe 102 volt a betegszám.

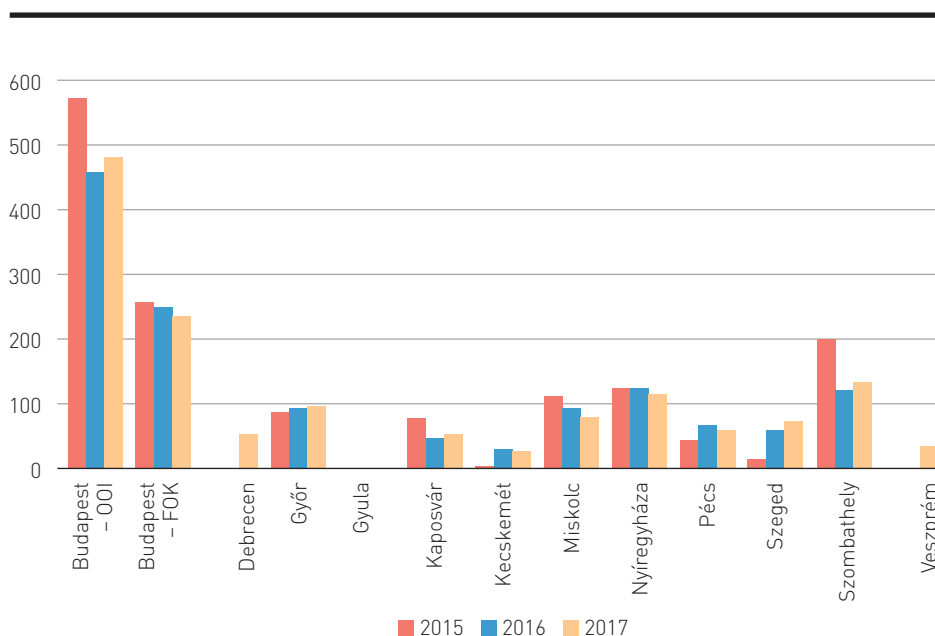
A BT-vel kezelt betegek számának alakulása az elmúlt 3 évben a következőképpen alakult: 2015-ben 1469, 2016-ban 1345 és 2017-ben 1406. A frakciószámokban kisebb volt a változás, 4073, 4005 és 4061 volt, a megfelelő sorrendben. A 2. ábrán központokra lebontva látható az elmúlt három évben BT-vel kezelt betegek száma. Hasonlóan a külföldi központokhoz a betegek nagy része hazánkban is a nőgyógyászati daganatok miatt részesült belső besugárázásban (72–75%). Ugyanakkor az elmúlt években jelentősen megnőtt a CT/MR alapú besugárástervezések száma. 2015-ben 41, 2016-ban 91, míg 2017-ben már 161 betegnél metszetképalkotó eljárást követően készült a besugárási terv. Hörgő- és nyelőcső-BT-t csak néhány intézetben végeztek. A kezelt betegek számának alakulása az elmúlt három évben a következő volt: hörgő 49,



1. ÁBRA. Az elmúlt három évben MV-os besugárzásban részesült betegek számának intézetenkénti megoszlása

29 és 34; nyelőcső 24, 18 és 18. Speciális, nagyobb munkaerőforrás-igényű tüdőszelvény eljárást csak öt intézetben végeztek 2017-ben. A 3. táblázatban három lokalizációra (prosztata, emlő, fej-nyak) tüntettük fel a betegszámokat. HDR-es prosztata tüdőszelvényt 2014-ben csak két, míg 2017-ben három intézetben végeztek. Ennek ellenére a kezelt

betegek száma kissé csökkent, 75-ről 63-ra. A permanens izotópbeültetéses prosztata tüdőszelvény (LDR) továbbra is csak egy intézetben érhető el (OOI), és 2017-ben a kezelt betegek száma növekedett 2014-hez képest (83 vs. 77). Emlőtüdőszelvényt is csak az OOI-ben végeztek, és a fej-nyaki tüdőszelvények nagy része is (79%) az országos központban történt.



2. ÁBRA. Brahiterápiával kezelt betegek számának megoszlása központoként 2015–2017 között

3. TÁBLÁZAT. Túzdeléses brahiterápiával kezelt betegek száma 2014-ben és 2017-ben intézetenkénti bontásban

Város/Intézet	HDR prosztata		LDR prosztata		Emlő		Fej-nyak	
	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2014	2017
Budapest/OOI	62	57	77	83	16	18	20	23
Győr	0	0	0	0	0	0	2	0
Kaposvár	13	2	0	0	0	0	2	1
Szeged	0	4	0	0	0	0	0	2
Nyíregyháza	0	0	0	0	0	0	0	3
Összesen	75	63	77	83	16	18	24	29

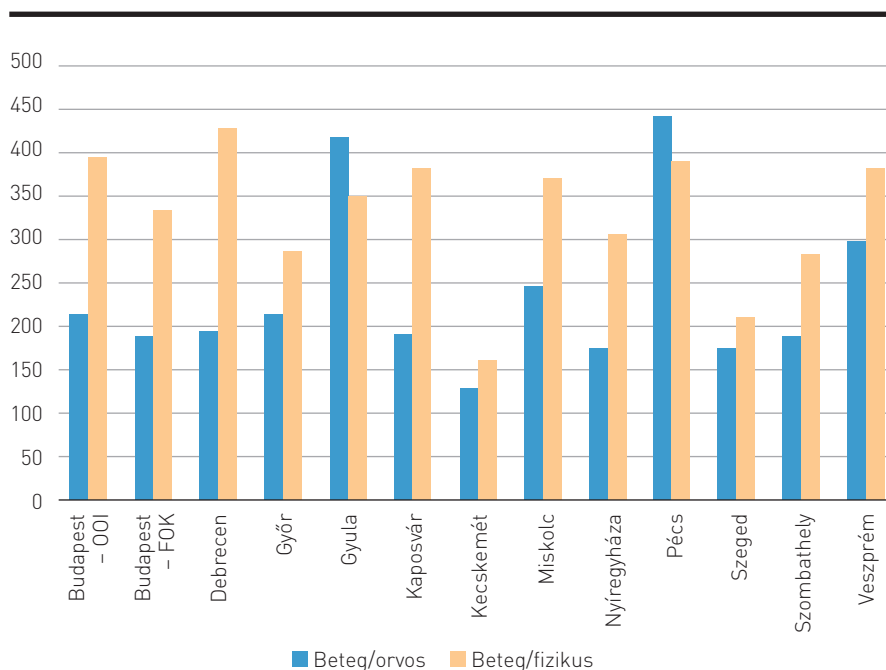
OOI: Országos Onkológiai Intézet, HDR: nagy dózisteljesítményű (high dose rate), LDR: alacsony dózisteljesítményű (low dose rate)

MEGBESZÉLÉS

Az előző, 3 évvel ezelőtti felméréshez képest a sugárterápiában dolgozó szakemberek számában nem történt jelentős változás. A szakorvosok száma 92-ről 84-re, míg a rezidensek/segédorvosoké 28-ról 19-re csökkent. A szakorvosok számának csökkenése látszólagos, mert a 2014-es adatoknál nem a sugárterápiás teljes munkaidő-ekvivalens orvosok száma volt megadva, hanem a szakvizsgával rendelkezők, akik közül számosan kemoterápiás betegellátást is végeztek. Ugyanakkor feltűnő, hogy a rezidensek/segédorvosok száma 9-cel csökkent, ami az utánpótlás hiányosságaira hívja fel

a figyelmet. A fizikusok és a brahiterápiás műtősnők száma 4-gyel, míg a röntgenasszisztenseké 3-mal növekedett 2014-hez képest. Jelenleg hazánkban sajnos nincs sugárterápiás röntgenasszisztens képzés, ami nehezíti a megfelelő tudással rendelkező új asszisztensek alkalmazását. Ugyanakkor biztató, hogy a szakmában dolgozó asszisztensek közül már 87-en (38%) felsőfokú BSc diplomával rendelkeznek, amit a diagnosztikus képalkotó analitikus képzés keretében szereztek meg.

A fenti adatok alapján az európai országok rangsorában (ESTRO-HERO project) ezen a területen sajnos nem tudtunk előbbre lépni [15, 16]. 2017-ben a rezidensek/segédorvosok



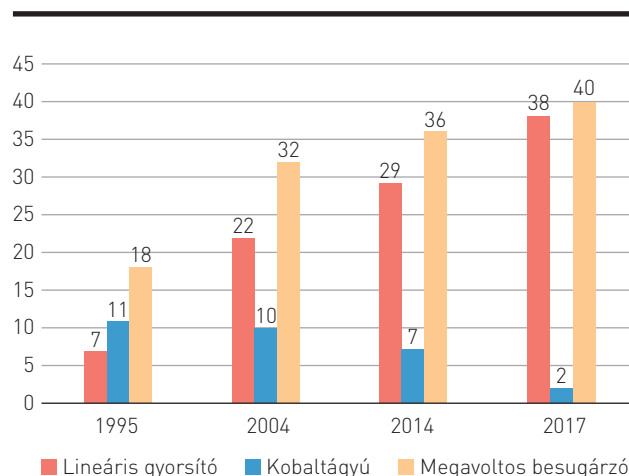
3. ÁBRA. Egy orvosra és fizikusra eső, MV-os kezelésben részesült betegek számának megoszlása központonként 2017-ben

42%-a (8 fő) a két budapesti központban dolgozott. Ez az arány 2014-ben 48% volt. A kedvező változáshoz bizonyára hozzájárult az a tény, hogy az utóbbi években az európai uniós források felhasználásával a vidéki központokban jelentős infrastrukturális fejlesztések történtek és a géppark több helyen is megújult, ami vonzóbbá tette a szakmát a fiatal vidéki orvosok között.

A nemzetközi összehasonlításokban gyakran megadják az egy orvosra és fizikusra eső betegszámot is. A 3. ábra központokra lebontva mutatja ezt a 2017-ben MV-os kezelésben részesült betegek vonatkozásában. A nemzetközi ajánlások (7, 17, 18) 250–300 betegre javasolnak egy orvost, a hazánkban hatályban lévő sugárterápiás minimumfeltételek szerint 300 új betegre szükséges egy szakorvos. Ezek alapján hazánkban a 2017-ben sugárkezelésben részesült 33 024 beteg ellátásához minimálisan 110 sugárterápiás szakorvosra lenne szükség. A fizikusok létszámának meghatározásakor a nemzetközi ajánlások 1 fizikus/450 beteget javasolnak. Ez a tavalyi kezelési adatok alapján 73 fizikust jelent, szemben a jelenlegi 66 fizikussal. Ugyanakkor azt is figyelembe kell venni, hogy hazánkban a fizikusok végzik a számítógépes besugárzástervezést, ami számos külföldi országban az ún. dozimetristák feladata. Ezek alapján még több fizikus alkalmazására, ill. dozimetristák foglalkoztatására lenne szükség. A magyar minimumfeltételek szerint 1 szakképzett fizikus/500 beteg az elvárás (azaz 66 a 33 024 beteghez), de ezenkívül egyéb sugárfizikai személyzetet (nem szakképzett fizikus, fizikusasszisztens, mérnök, informatikus) is kell alkalmazni, 600 betegenként egyet. Az IAEA és ESTRO javaslatai alapján készült becslések szerint 2020-ig Magyarországon további 25 sugárterápiás szakorvos és 24 fizikus alkalmazására lenne szükség [19].

2014-hez képest a megavoltos besugárzókészülékek száma 4-gyel növekedett, 36-ról 40-re. A csekély növekedés ellenére a lineáris gyorsítók száma viszont 9-cel változott, ugyanis több intézetben is lecserélték a ma már korszerűtlen besugárzóknak számító kobaltgázt. A 4. ábra azt mutatja, hogy hazánkban hogyan változott a lineáris gyorsítók és kobaltgáztuk száma az elmúlt két évtizedben. A folyamatos növekedésen kívül fontos szempont, hogy a kobaltgáztuk fokozatosan lecserélésre kerültek, és helyettük gyorsítókat telepítettek. Hazánkban jelenleg még 2 kobaltgáztuk használnak, elsősorban palliatív célú besugárzásokra, illetve az OOI-ben működik egy kizárólag egérszövet-besugárzásra szolgáló speciális kobaltbesugárzó.

Egy 33 európai országra kiterjedő 2013-as felmérés szerint az egymillió lakosra jutó megavoltos készülékek száma ($n=3,8$) alapján Magyarország a 23. a sorrendben [20]. Az elmúlt évek infrastrukturális fejlesztései után ez az arányszám 4,1-re változott, amivel még mindig a mezőny második felében vagyunk. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) ajánlása szerint 1 millió lakosra 6 lineáris gyorsítónak kellene rendelkezésre állni [15]. Az ESTRO-QUARTS projekt a daganatos megbetegedések számát is figyelembe véve Magyarországra 1 millió lakosra 8 lineáris gyorsítót javasol [7]. A fenti ajánlások alapján 60–80 gyorsítóra lenne szükség hazánkban. Ugyanakkor az országban jelenleg 13 sugárterápiás központban 38 lineáris gyorsító és 2



4. ÁBRA. Hazánkban a külső besugárzókészülékek számának változása 1995–2017 között. A lineáris gyorsítók és a kobaltgáztuk száma együttesen adja meg a megavoltos készülékek számát

telekobalt-készülék működik. Az összes megavoltos besugárzókészülékek száma tehát 40. Magyarországon a még hiányzó besugárzók részleges pótlását a központok jelenleg úgy oldják meg, hogy 12 gépen két műszakos (napi 14–16 órás), 13 gépen pedig nyújtott műszakos (12 órás) munkarendet vezettek be. A pluszműszakok formálisan 18 plusz lineáris gyorsítót jelentenek. Természetesen a nyújtott műszakos üzemeltetés következménye a gépek gyorsabb amortizációja, amit a gép-cserénél szintén figyelembe kell venni. A lineáris gyorsítók közül 10 már legalább 10 éves. Ezen amortizálódott készülékek cseréje indokolt a közeljövőben. Továbbá a lineáris gyorsítók számának további növelése is feltétlenül szükséges, legalább a nemzetközi minimum ajánlás szintjéig. Mivel az ajánlások egy műszakos üzemeltetésre vonatkoznak, a szükséges készülékek száma csökkenthető két műszakos üzemeltetéssel. A fentiek alapján hazánkban az amortizálódott besugárzókészülékek cseréjén kívül indokolt még legalább 8 új lineáris gyorsító telepítése és a készülékek jelentős részének két műszakban történő használata. Természetesen az új gépek telepítését az elavult gépek modern készülékekre történő cseréje után vagy azzal párhuzamosan célszerű elvégezni.

HDR afterloading készülék minden központban rendelkezésre áll, de egy intézetben nem végeztek brahiterápiás kezelést az elmúlt három évben. A fejlesztéseknek köszönhetően az elmúlt években 11 központban új készüléket telepítettek, így csak két besugárzó kora több mint 10 év. Ennek köszönhetően az országban a BT-s készülékek átlagéletkora 4,3 év. Fontos megjegyezni, hogy brahiterápiánál az idő múltával elsősorban nem a besugárzókészülék amortizálódik el, hanem az applikátorok (és azok kiegészítő eszközei) használatuk el, elsősorban a sok sterilizálás miatt. Ezért ezeknek a folyamatos pótlása, a rendszeres sugárforráscsere mellett, feltétele a megfelelő és biztonságos BT-s besugárzások végzésének.

Az öt központban működő röntgenterápiás készülékek kora 0–26 év között változik, 9,8 év átlagéletkorral. 2017-ben több mint 9000 beteget kezeltek ezekkel a készülékekkel, ami azt jelzi, hogy ezeknek a besugárzóknak még most is helye van a sugárterápiában, még olyan központokban is, ahol korszerű lineáris gyorsítókat használnak.

A külföldi trendeknek megfelelően hazánkban is egyre inkább háttérbe szorul a hagyományos röntgenszimulátor használata. Még 5 intézetben van ilyen készülék, melyeknek átlagéletkora 16,6 év. Szerepüket fokozatosan vette át a CT-szimulátor, ami egy központ kivételével már mindenhol rendelkezésre áll. A készülékek nagy része az elmúlt öt évben lett telepítve, így az átlagéletkoruk 4,6 év (tartomány: 2–13 év).

A BT-s verifikációs röntgenkészülékek közül 4 már tíz évnél idősebb, és az átlagéletkoruk 8,8 év. Három intézetben nincs ilyen készülék, ott a tervezések metszetképalkotó eljárások alapján történnek. Természetesen ilyen esetben is jól használható lenne a röntgenkészülék az applikátorok/katéterek helyzetének ellenőrzésére a besugárzások megkezdése előtt.

Az elmúlt három év kezelési adatait, főleg a vidéki központokban, nagymértékben befolyásolta a géppark folyamatos cseréje, melynek következménye volt a működőképes besugárzókészülékek számának ideiglenes csökkenése. Az 1. ábra központokra lebontva mutatja az elmúlt három évben MV-os besugárzásban részesült betegek számát. A grafikonon jól látszik, hogy a két legnagyobb betegforgalmú központ Budapesten van. 2017-ben a MV-os sugárforrással kezelt betegek több mint egyharmadát (35%) a két fővárosi köz-

pontban kezelték (OOI: 23%, FOK: 12%). A viszonylag magas betegszámot részben indokolja az ellátási terület nagysága. Sugárterápiás ellátás szempontjából hazánk lakosságának közel 40%-a tartozik az OOI-hez és a FOK-hoz (4. táblázat). Ugyanakkor, ha megnézzük az egy besugárzókészülékre jutó lakosok számát, akkor a helyzet a fővárosi régióban a legrosszabb, ahol egy készülékre több mint 350 000 lakos jut (4. táblázat). A táblázat adatai alapján megállapítható, hogy öt olyan régió van, ahol kevesebb mint 200 000 az egy készülékre jutó lakosok száma, ami már közelíti a nemzetközi ajánlásokat. A fenti adatok azt mutatják, hogy a jövőbeni infrastrukturális fejlesztéseknek elsősorban a fővárosi régióba kell irányulniuk. Megjegyezzük, hogy hazánkban az elmúlt hat évet figyelembe véve 2015-ben volt a MV-os besugárzással kezelt betegek száma a legkevesebb [20 573]. A BT-s kezeléseknél is jól látszik a készülékcserék miatti betegszám-ingadozás (2. ábra). 2015-ben három intézetben egyáltalán nem, kettőben pedig csak néhány BT-s besugárzást végeztek. 2017-ben Veszprémben is elkezdték a BT-s kezeléseket, de Gyulán továbbra sem volt BT-s besugárzás. BT-nél még szembetűnőbb a két fővárosi központ túlsúlya. 2017-ben a BT-vel kezelt összes beteg fele (50,5%) a fővárosban kapta a besugárzást. BT-s tűzdeléses eljárásokat 2017-ben csak öt intézetben végeztek, és a legtöbb kezelés az OOI-ben történt (3. táblázat). Permanens izotóp-beültetési prosztata-BT-ben és emlőtűzdelésben csak az országos intézetben részesültek a betegek.

A nemzetközi átlaghoz képest néhány éve még jelentős lemaradásunk volt a modern teleterápiás (IMRT, IGRT, sztereo-

4. TÁBLÁZAT. Hazánkban az egy besugárzókészülékre jutó lakosság száma megyék szerint (2017)

Központ	Ellátási terület	Lakosság* (millió)	Készülékek száma	Lakos/ készülék
Budapest OOI + FOK	Budapest, Fejér, Nógrád, Komárom-Esztergom*, Jász-Nagykun-Szolnok* + országos	3 920 000	11	356 360
Győr	Győr-Moson-Sopron, Komárom-Esztergom*	600 500	2	300 250
Nyíregyháza	Szabolcs-Szatmár-Bereg	559 000	2	279 500
Kecskemét	Bács-Kiskun	520 000	2	260 000
Debrecen	Hajdú-Bihar, Jász-Nagykun-Szolnok*, Heves*	895 000	4	223 750
Miskolc	Borsod-Abaúj-Zemplén, Heves*	840 500	4	210 125
Pécs	Baranya, Tolna	616 000	3	205 333
Gyula	Békés	360 000	2	180 000
Szombathely	Vas, Zala	539 000	3	179 667
Veszprém	Veszprém	353 000	2	176 500
Kaposvár	Somogy	316 000	2	158 000
Szeged	Csongrád	417 000	3	139 000
Összesen		9 936 000	40	248 400

OOI: Országos Onkológiai Intézet, FOK: Fővárosi Onkoradiológiai Központ, *megosztott megyék, *KSH 2011-es népszámlálás

taxia) és BT-s technikák (CT/MR-vezérelt nőgyógyászati besugárzás) alkalmazásában. Az utóbbi évek fejlesztéseinek köszönhetően azonban ma már szinte minden központban rendelkezésre állnak korszerű berendezések és eszközök, és nincs technikai akadály a „high-tech” kezeléseknél. Ez részben megmutatkozik a speciális külső besugárzási kezeléseknél (kiegészítő 1. táblázat). 2014-hez képest az agyi sztereotaxiás technikával kezelt betegek száma kisebb számban (331 vs. 260), de a testsztereotaxiás betegek száma jelentősen növekedett (191 vs. 5). Előbbi technikát 7, utóbbit pedig 6 intézetben alkalmazták 2017-ben. IMRT-s kezelések egy központ kivételével mindenhol elérhetők voltak 2017-ben (kiegészítő 2. táblázat), és 2014-hez képest jelentősen megnőtt a technika alkalmazása (7029 vs. 901). A képevezérelt besugárzások (IGRT) száma is nagymértékben nőtt 2014-hez képest (11 745 vs. 2018), és ezt a technikát is egy intézet kivételével minden központban alkalmazták tavaly.

A fejlett sugárterápiával rendelkező külföldi országokban kobaltágút ma már nem használnak betegkezelésekre. A változások lassabban, de hazánkban is végbementek, illetve még folyamatban vannak. A 4. ábra 1995-től mutatja a besugárzókészülékek számának változását hazánkban, külön feltüntetve a kobaltágútakat és lineáris gyorsítókat. Jól látható, hogy az elmúlt 22 évben a kobaltágútak száma fokozatosan csökkent, és ezzel párhuzamosan növekedett a lineáris gyorsítók száma. 2014 óta 22 új lineáris gyorsítót telepítettek hazánkban, de ebből 18 gépcsere volt és ezért az országban csak 4-gyel növekedett a megavoltos besugárzók száma. 2017-ben még két intézetben használtak kobaltágút, elsősorban palliatív célú besugárzásokra.

A modern sugárterápia minőségi feltételeit kobaltágúval már nem lehet teljesíteni, ezért azok cseréje a közeljövőben prioritást kell, hogy kapjon a fejlesztések során. Ezenkívül az amortizálódott lineáris gyorsítók cseréje is szükséges a minőségi követelmények teljesítéséhez. Hazánkban a gyorsítók átlagéletkora 2018-ban 6,5 év (tartomány: 1–20 év), de még 11 olyan készülék van, melyek legalább 10 évesek, és ezért, illetve a korszerűtlenségük miatt cserére szorulnak.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetüket fejezik ki a 13 magyar sugárterápiás központ alábbi vezetőinek az emberi erőforrás, infrastruktúra és sugárterápiás betegellátási adatok felmérését szolgáló adatok önkéntes rendelkezésre bocsátásáért: Dr. Csejtei András (Markusovszky Egyetemi Oktatókórház, Onkoradiológiai Osztály, Szombathely), Dr. Erfán József (Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Kórház, Onkoradiológiai Osztály, Nyíregyháza), Dr. Hadjiev Janaki (Kaposvári Egyetem, Egészségügyi Centrum, Onkoradiológia), Dr. Árkosy Péter (Debreceni Egyetem, Klinikai Központ, Onkológiai Intézet), Prof. Dr. Kahán Zsuzsanna (Szegedi Tudományegyetem, Onkoterápiás Klinika), Dr. Landherr László (Uzsoki Utcai Kórház, Fővárosi Onkoradiológiai Központ, Budapest), Prof. Dr. Mangel László (Pécsi Tudományegyetem, Onkoterápiás Klinika), Dr. Horváth Zsolt (Bács-Kiskun Megyei Kórház, Onkoradiológiai Központ, Kecskemét), Dr. Pikó Béla (Békés Megyei Pándy Kálmán Kórház, Megyei Onkológiai Központ, Gyula), Dr. Pintér Tamás (Petz Aladár Megyei Oktató Kórház, Győr), Dr. Révész János (Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Kórház, Klinikai Onkológiai és Sugárterápiás Centrum, Miskolc).

IRODALOM

- Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin* 68:394–424, 2018
- Borras JM, Lievens Y, Barton M, et al. How many new cancer patients in Europe will require radiotherapy by 2025? An ESTRO-HERO analysis. *Radiother Oncol* 19:5–11, 2016
- <https://data.oecd.org/healthstat/deaths-from-cancer.htm> (hozzáférés: 2018. 9. 18.)
- Kásler M, Ottó Sz, Kenessey I. A rákmorbiditás és -mortalitás jelenlegi helyzete a Nemzeti Rákgizsztér tükrében. *Orv Hetil* 158:84–89, 2017
- http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_wnh001.html (hozzáférés: 2018. 9. 16.)
- The Swedish Council on Technology Assessment in Health Care (SBU). Radiotherapy for cancer. *Acta Oncol* 35(Suppl 6):9–23, 1996
- Bentzen SM, Heeren G, Cottier B, et al. Towards evidence-based guidelines for radiotherapy infrastructure and staffing needs in Europe: the ESTRO QUARTS project. *Radiother Oncol* 75:355–365, 2005
- Slotman BJ, Cottier B, Bentzen SM, et al. Overview of national guidelines for infrastructure and staffing of radiotherapy. ESTRO-QUARTS: Work package 1. *Radiother Oncol* 75:349–354, 2005
- Delaney G, Jacob S, Featherstone C, et al. The role of radiotherapy in cancer treatment: estimating optimal utilization from a review of evidence-based clinical guidelines. *Cancer* 104:1129–1137, 2005
- Németh Gy, Ésik O. Sugárterápia – Magyarország – 1994. *Magy Onkol* 38:82–85, 1994
- Németh Gy, Ésik O. Jelentés a magyarországi sugárterápiás gépparkról – 1995. *Magy Onkol* 39:155–156, 1995
- Kásler M, Fodor J, Polgár Cs, et al. Beszámoló a magyar sugárterápia helyzetéről a Magyar Országgyűlés Egészségügyi Bizottságának 2004. március 18-i ülésén
- Polgár Cs, Major T, Király R, et al. A magyar sugárterápia helyzete a betegellátási adatok, a rendelkezésre álló infrastruktúra és emberi erőforrás tükrében. *Magy Onkol* 59:85–94, 2015
- Borras JM, Barton M, Grau C, et al. The impact of cancer incidence and stage on optimal utilization of radiotherapy: Methodology of a population based analysis by the ESTRO-HERO project. *Radiother Oncol* 116:45–50, 2015
- Grau C, Defourny N, Malicki J, et al. Radiotherapy equipment and departments in the European countries: Final results from the ESTRO-HERO survey. *Radiother Oncol* 112:155–164, 2014
- Lievens Y, Defourny N, Coffey M, et al. Radiotherapy staffing in the European countries: Final results from the ESTRO-HERO survey. *Radiother Oncol* 112:178–186, 2014
- International Atomic Energy Agency. Planning national radiotherapy services: a practical tool. IAEA human health series no. 14. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2010, ISBN 978-92-0-105910-9
- Budiarto T, Musat E, Poortmans P, et al. Profile of European radiotherapy departments contributing to the EORTC Radiation Oncology Group (ROG) in the 21st century. *Radiother Oncol* 88:403–410, 2008
- Datta NR, Samiei M, Bodis S. Radiation therapy infrastructure and human resources in low- and middle-income countries: Present status and projections for 2020. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 89:448–457, 2014
- Rosenblatt E, Izewska J, Anacak Y, et al. Radiotherapy capacity in European countries: an analysis of the Directory of Radiotherapy Centres (DIRAC) database. *Lancet Oncol* 14:e79–86, 2013

KIEGÉSZÍTŐ 1. TÁBLÁZAT. Speciális külső besugárzási technikákkal kezelt betegek számának megoszlása központonként 2014-ben és 2017-ben

Város/Intézet	Agyi sztereotaxia		Testsztereotaxia		Egésztest-besugárzás	
	2014	2017	2014	2017	2014	2017
Budapest/OOI	181	198	0	86	26	17
Debrecen	0	0	0	41	0	0
Győr	0	2	0	0	0	0
Kaposvár	0	8	0	25	10	0
Pécs	55	85	5	32	0	0
Szeged	0	17	0	4	0	0
Szombathely	24	17	0	0	0	0
Veszprém	n.m.	4	n.m.	3	n.m.	0
Összesen	260	331	5	191	36	17

OOI: Országos Onkológiai Intézet, n.m. nem működött

KIEGÉSZÍTŐ 2. TÁBLÁZAT. Intenzitásmodulált (IMRT) és képezérelt (IGRT) sugárkezelések megoszlása központonként 2014-ben és 2017-ben

Város/Intézet	IMRT		IGRT	
	2014	2017	2014	2017
Budapest/OOI	580	1 616	779	1 784
Budapest/FOK	8	277	0	287
Debrecen	12	224	239	1 996
Győr	0	411	0	461
Gyula	0	91	0	721
Kaposvár	17	588	109	1 246
Kecskemét	0	398	0	651
Miskolc	0	0	0	0
Nyíregyháza	0	759	0	1 197
Pécs	284	796	891	1 108
Szeged	0	594	0	1 054
Szombathely	0	239	0	239
Veszprém	–	1036	–	1 001
Összesen	901	7 029	2 018	11 745

OOI: Országos Onkológiai Intézet, FOK: Fővárosi Onkoradiológiai Központ